

Calcaires dévoniens et carbonifères du Monte Tobazo (Pyrénées aragonaises, Huesca, Espagne).

par Jean JOSEPH *, Raymond MIROUSE et Marie France PERRET

Laboratoire de Géologie Pétrologie et LA 145 du CNRS, 38 rue des Trente Six Ponts TOULOUSE (France)

RESUMÉ

L'étude de deux coupes stratigraphiques détaillées fait apparaître, dans le massif montagneux du Monte Tobazo, la succession d'une série carbonatée du Givétien et du Frasnien inférieur, à cachet récifal, et de calcaires carbonifères à microfaunes pélagiques (Conodontes), accumulés du Tournaisien moyen au Namurien. Quelques facies dominants caractérisent les assises dévoniennes: Rugueux, Tabulés et surtout Stromatopores y témoignent de dépôts effectués en milieu de plateforme récifale relativement abritée. Ce paysage est replacé dans le cadre régional de la paléogéographie des Pyrénées occidentales au début du Dévonien supérieur.

Mots clefs: Calcaires. Dévonien. Carbonifère. Pyrénées Centrales. Espagne.

RESUMEN

El estudio de dos cortes estratigráficos detallados presenta, en el macizo montañoso del Monte Tobazo, la sucesión de una serie carbonatada del Givetiense y del Frasnense inferior, de tipo arrecifal, y de calizas carboníferas con microfaunas pelágicas (Conodontos), que comprenden desde el Turnesiense medio hasta el Namuriense.

Algunas facies dominantes caracterizan los niveles devónicos: Rugosos, Tabulados y sobre todo Estromatopóridos e indican un depósito en un medio de plataforma arrecifal relativamente abrigada. Se hace una reconstrucción ambiental del medio arrecifal a principios del Devónico superior en los Pirineos occidentales.

Dans la partie amont de la vallée du Rio Aragon, peu au Sud du Col du Somport, la lourde

masse calcaire du Monte Tobazo relève de la bordure méridionale de la Zone primaire axiale des Pyrénées. Immédiatement au Sud viennent les assises détritiques rutilantes du Permien, et surtout les séries carbonatées du Crétacé supérieur et du Nummulitique qui, avec un plongement général au Sud, se développent puissamment dans les Sierras de la Garganta et de la Collarada, de part et d'autre de Canfranc.

Le Massif du Tobazo (1986 m) affecte la forme d'un quadrilatère que délimite à l'Est, l'entaille subméridienne du Rio Aragon; à l'Ouest et au Nord s'ouvrent les larges vallons herbeux de Pista Grande, Zaragoza et Candanchu, que parcourent la plupart des remontées mécaniques d'une station de ski; au Sud se situe la profonde entaille du Barranco de Rio Seta (figures 1 et 3).

El Tobazo offre, en bien des points, des conditions d'affleurement et d'observation suffisamment favorables pour permettre une analyse serrée des séries carbonatées du Paléozoïque, qui constituent la quasi totalité de ce relief. En l'occurrence, il s'agit d'assises le plus souvent fossilifères, relevant du Dévonien et du Carbonifère inférieur: assises qui peuvent être généralement datées avec une bonne précision, et dont les relations peuvent être assez clairement perçues sur le terrain.

HISTORIQUE

Bien que cette partie des Pyrénées hercynien-

(*) Avec l'aimable autorisation de la «Comisión Nacional de Geología» de Madrid et la bienveillante attention de L.M. RIOS ARAGUES, que nous remercions vivement.

nes —à la limite du Haut Béarn et du Haut Aragon— ait fait l'objet à plusieurs reprises de travaux systématiques et détaillés, il apparaît à la lumière d'un bref historique que la géologie du Paléozoïque du Monte Tobazo était, jusqu'à ce jour, demeurée fort mal connue.

Bresson avait relevé ici, dès 1907, en levant les contours de la feuille d'Urdo de la Carte géologique de la France à 1/80.000, la présence d'un moyau anticlinal de «Calcaires à Polypiers» du Dévonien moyen (Eifélien et Givétien), qu'il considérait comme entièrement enveloppé par les séries détritiques (Schistes et grès à Calamites) du Culm, et dont il indiquait le prolongement en direction N 110 vers l'ESE au-delà de la vallée du Rio Aragon: la présence de faunes fossiles était mentionnée sur la feuille d'Urdo, en deux gisements proches du lit de ce cours d'eau.

Dalloni (1910) reconnût pour sa part le plongement nord (30 à 35°) de l'ensemble des calcaires du Monte Tobazo. Il indiqua la présence d'une faune à *Atrypa reticularis*, *Favosites goldfussi*, *F. polymorpha*, *F. reticulata*, *Acervularia goldfussi*, *A. pradoana*, *Cyathophyllum coespitosum*, *Alveolites*, non dans le Tobazo proprement dit, mais dans les carrières de l'Anglasse, qui s'ouvrent peu à l'Est du Rio Aragon. Il considéra aussi comme probable la présence du Givétien à la partie supérieure des «Calcaires à Polypiers», mais ceci sans argument paléontologique précis. Il qualifia d'exagérée la part accordée par Bresson sur la feuille d'Urdo, à ces «Calcaires à Polypiers», au détriment du Carbonifère, mais sans justifier plus en détail cette appréciation.

La même Dalloni décrit l'architecture du Monte Tobazo comme celle d'un brachyanticlinal s'appuyant au Sud sur les calcaires et assises détritiques du Carbonifère (dans la vallée du Rio Seta), et recouvert au Nord, par le «Permo-Trias» détritique rouge du vallon de Candanchu et du Somport.

Bien plus tard, en 1931, Schmidt fut amené à évoquer le grand môle calcaire du Monte Tobazo, dans son étude du Paléozoïque des Pyrénées centrales espagnoles. Il y reconnût des formations récifales, montant selon lui jusque dans le Dévonien supérieur. Il mentionna la présence de gisements fossilifères (Coraux non désignés, *Stringocephalus burtini*) le long de la route de Canfranc au Somport, aux km 188,3 et 188,8. Il fit état de la découverte de *Phillip-*



Figure 1. — Esquisse cartographique de la géologie du Monte Tobazo. D, Dévonien; h, calcaires et formations détritiques du Carbonifère; R, formations détritiques rouges, du Permien; C, Crétacé supérieur; A et B, localisation des coupes étudiées.

Figura 1. — Esquema cartográfico de la geología del Monte Tobazo. D, Devónico; h, calizas y formaciones detríticas del Carbonífero; R, formaciones detríticas rojas del Pérmico; C, Cretácico superior; A y B, localización de los cortes estudiados.

sastraea cf. ibergensis comme témoignant de l'existence de Dévonien supérieur dans les calcaires de ce secteur.

En ce qui concerne la tectonique, Schmidt fut amené à considérer que le Tobazo appartenait à une unité paléozoïque venue en position de recouvrement sur un autochtone visible au fond d'une étroite fenêtre ouverte par le Rio Aragon entre l'Anglasse et le Sud de Canfranc (1931; pl. II, coupe 3).

Trente ans plus tard, Van der Lingen, dans un mémoire consacré à la géologie de la région de Canfranc, attribua encore la totalité du Massif du Tobazo au Dévonien moyen, mentionnant la présence de *Thamnopora*, *Favosites*, *Alveolites* dans les affleurements situés au pied de la Montagne de la Raca, en rive gauche du Rio Aragon (1960). Selon ce même auteur, le Carbonifère inférieur redressé, sous forme de calcaires clairs et sombres, bien lités, à Orthocères et Goniates, est représenté dans le vallon de

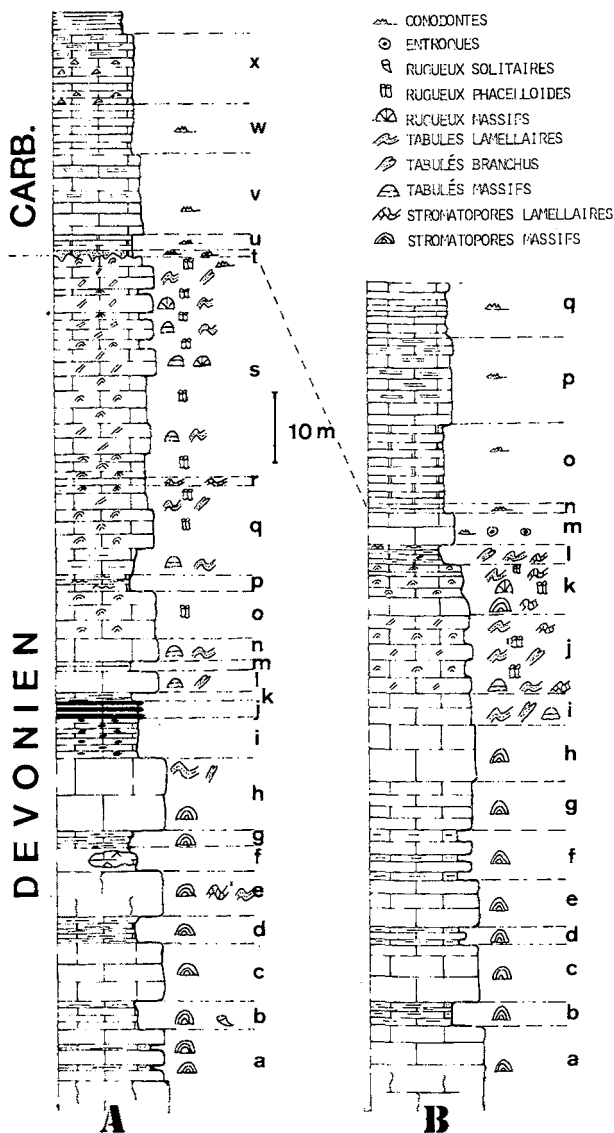


Figure 2. — Colonnes stratigraphiques dans les calcaires du Monte Tobazo. A, coupe du versant sur, dominant la vallée du Rio Seta; B, coupe du versant nord-occidental, dans la vallée de Zaragoza.

Figura 2. — Columnas estratigráficas de las calizas del Monte Tobazo. A, corte de la vertiente Sur, dominando el valle del río Seta; B, corte de la vertiente noroccidental, en el valle del Aragón.

Pista Grande, à l'Ouest du Tobazo; mais il ne viendrait pas directement au contact du Dévonien calcaire et s'en trouverait séparé par une série gréso-schisteuses à plantes, du Carbonifère.

En ce qui concerne l'architecture de la ré-

gion, Van der Lingen (loc. cit., coupe AB) vit ici une série d'écaillés et de plis fortement déversés au SSW, estimant qu'il y a dans le Tobazo un pli de Dévonien moyen couché au SSW, l'épaisseur des calcaires correspondants, dans ce relief, lui paraissant deux fois plus importante que leur épaisseur stratigraphique normale.

Dans une carte à petite échelle parue en 1966, en accompagnement d'une étude consacrée au Paléozoïque du versant français de la Zone primaire axiale des Pyrénées, R. Mirouse figura le Massif du Monte Tobazo comme associant pour partie les Calcaires massifs à Polypiers du Dévonien moyen et, pour partie, des assises carbonatées du Carbonifère inférieur.

En 1969, M. Waterlot reconnut à la Pista Grande, en contrebas et à l'Ouest du Monte Tobazo, l'existence d'une série carbonifère débutant par des calcaires un peu détritiques, suivis de calcaires à Goniatites, à joints stylolithiques, puis de calcaires gris noir, bien lités, parfois crinoïdiques et brêchiques, puis d'un «Culm» schisto-gréseux.

En 1970, Marks et Wensink reprirent, à la suite de G.J. Van der Lingen, certains aspects de la stratigraphie des calcaires paléozoïques de la région de Canfranc; mais, tout en rapportant au Viséen et au Namurien une partie des terrains antérieurement attribués au Dévonien moyen, ils considèrent comme entièrement mésodévonienne (loc. cit., fig. 5) la masse des calcaires du Monte Tobazo.

Une étude tant soit peu attentive des séries carbonatées du Monte Tobazo permet de lever au moins une partie des contradictions qui apparaissent dans les observations précédemment rapportées. Mais cette étude fait surtout apparaître la succession de deux ensembles superposés, très significativement différents; entre eux existe, comme on va le voir, un type intéressant de relation déjà évoqué par ailleurs (Mirouse, 1966; Perret, 1976) mais que l'on peut ici détailler dans des conditions d'affleurement assez exceptionnelles.

ETUDE STRATIGRAPHIQUE

La succession des terrains paléozoïques du Monte Tobazo peut être analysée à la faveur de diverses coupes. Deux d'entre elles seront décrites ici, qui concernent respectivement le versant sud et le versant nord du massif (A et B des figures 1 et 2).

Coupe du versant sud du Monte Tobazo (fig. 2 A)

Cette coupe permet d'observer un ensemble calcaire généralement stratifié en bancs assez fréquemment massifs, mais comportant cependant quelques intercalations argileuses peu épaisses. Certains niveaux sont très riches en organismes récifaux et sont visiblement construits; d'autres ont fourni d'abondantes micro-faunes de Conodontes.

La coupe ne concerne que la moitié supérieure (la seule accessible) de la falaise surplombant, à une altitude de l'ordre de 1800 m, le Barranco du Rio Seta, sur le versant méridional d'El Tobazo. On peut distinguer ici, du SSE au NNW, dans une série plongeant de quelque 20° au Nord et parcourue de bas en haut:

a) Une dizaine de mètres de calcaires massifs clairs, biomicritiques (packstones bioclastiques) interrompus par deux intercalations plus argileuses où voisinent, sur une épaisseur de 30 centimètres, de nombreuses colonies globulaires de Stromatopores massifs dans une matrice fine, calcaréo-argileuse.

b) Quatre bancs décimétriques, bien individualisés, de calcaire dur, microcristallin, à patine assez sombre, faits de micrite partiellement recristallisée. Le banc supérieur est presque entièrement constitué de Stromatopores bulbeux ou globulaires, liés par un calcaire argileux ocre. Certains de ces organismes ont pu être déterminés (1) comme appartenant aux genres *Stromatopora* et *Pseudoactinodictyon*. Les autres bancs contiennent aussi des Stromatopores en boules, mais en moins grande quantité. On observe aussi ici quelques Rugueux (2) solitaires très recristallisés.

c) Une barre massive de calcaire biomicritique (wackestone) à petits bioclastes arrondis. Cette barre, d'une épaisseur de 6 à 8 mètres, renferme de nombreux Stromatopores globuleux analogues à ceux des bancs sous-jacents.

d) Un ensemble bien stratifié de calcaires argileux à patine claire et à cassure sombre; il s'agit d'une micrite (mudstone) liant entre elles d'innombrables colonies de Stromatopores glo-

bulaires et bulbeux; ceux-ci, très recristallisés et affectés par les déformations successives, sont de détermination peu aisée (4 m environ).

e) Six à sept mètres de calcaires grossièrement amygdalaires à la base, puis devenant rapidement massifs; on passe en effet d'une micrite assez peu fossilifère (mudstone) à une biomicrite pseudosparitisée (packstone); ces calcaires sont ici probablement en partie construits par des Stromatopores massifs et lamellaires, ainsi que par quelques colonies encroûtantes de Tabulés (*Alveolites*); certaines de ces colonies sont manifestement en position de vie.

f) Banquette herbeuse présentant des affleurements discontinus de calcaires argileux dolomitiques jaunâtres.

g) Deux à trois mètres de calcaires encore un peu argileux, micritiques (mudstone), bien stratifiés et, par place, schistosés. Ces calcaires sont très riches en Stromatopores globulaires qui parfois constituent l'essentiel de la roche, avec, en particulier: *Actinostroma* du groupe *clathratum*, *Actinostroma* aff. *crassum*, *Pseudoactinodictyon* sp.?

h) Une dizaine de mètres de calcaires massifs, en gros bancs mal individualisés, avec ici encore deux minces intercalations particulièrement riches en Stromatopores globulaires et bulbeux où l'on reconnaît: *Parallelopora*, *Pseudoactinodictyon*, *Actinostroma tabulatum crassum*, *Act. cf. clathratum*, ainsi que des *Amphipora*. Les parties franchement calcaires ont pu être partiellement construites par des Tabulés lamellaires et branchus; on y observe des calcaires biomicritiques sparitisés. Ce qui différencie ce terme du terme «a» décrit cidessus, c'est la présence ici, dans le dernier mètre, de très nombreux Tabulés lamellaires et branchus (*Alveolites*, *Thamnopora*) accumulés et encroûtants (floatstones et bindstones) (cf. Embry et Klovan, 1972). Ces Tabulés sont silicifiés; cette silicification, qui affecte aussi parfois des Stromatopores lamellaires et quelques Rugueux massifs à partir de ce niveau, va se manifester également dans les termes sus-jacents.

i) Cinq mètres environ de calcaires gris micritiques, bien lités, en bancs de 10 à 20 cm d'épaisseur, et laissant pointer à leur surface de nombreux rognons siliceux.

j) Trois mètres de calcaires gris et de cherts, en alternances centimétriques à décimétriques.

k) Un banc de 1 à 2 m de calcaire gréseux (packstone) gris, à grain fin surmonte ces unités

(1) Monsieur B. MISTIAEN, de la Faculté libre des Sciences de Lille, a eu l'extrême obligeance d'assurer la détermination de ces Stromatopores; qu'il en soit vivement remercié.

(2) La faune de Rugueux du Monte Tobazo et de diverses formations dévoniennes de la région fera l'objet d'observations séparées, en collaboration avec H.H. TSIEN de l'Université de Louvain (Belgique).

à intercalations siliceuses; aucun de ces trois termes ne nous a fourni de fossile.

l) 2,5 mètres de calcaires massifs clairs, biomicritiques, riches en Tabulés du genre *Alveolites* et en débris d'*Aulostegites* (floatstones). Les Tabulés y sont en partie silicifiés. Des formes lamellaires encroûtent des fragments divers et, entre autres, des fragments de colonies d'*Hexagonaria*.

m) Un m de calcaires ocres, à joints limoniteux ondulés.

n) Barre de calcaire biomicritique de 2 à 3 m d'épaisseur, riche en organismes constructeurs: colonies lamellaires d'*Alveolites* consolidant des débris de Stromatopores et d'*Hexagonaria* (bindstones).

o) Cinq à six mètres de calcaires construits du type bafflestone. Les organismes constructeurs sont des Rugueux phacelloïdes disposés en buissons d'épaisseur décimétrique à métrique et que l'on peut suivre latéralement sur des distances de plusieurs centaines de mètres: il s'agit essentiellement de formes appartenant au genre *Disphyllum*.

p) Un à deux mètres de calcaires à joints argileux et limoniteux ondulés.

q) Au-dessus d'un banc de calcaires argileux à Tabulés silicifiés (floatstone) alternent sur quelque huit mètres des calcaires construits à Rugueux branchus (bafflestones à *Disphyllum*) et des calcaires biomicritiques à débris de *Thamnopora* parfois consolidés par des *Alveolites* encroûtants; là encore, les Tabulés sont en partie silicifiés.

r) Un mètre de calcaire à Stromatopores lamellaires recouvrant les calcaires à Rugueux; on peut y reconnaître des colonies de *Clathrocoilina* et d'*Actinostroma* à caunopores.

s) Alternances, sur 20 mètres, de bancs calcaires construits autour de colonies buissonnantes de *Disphyllum*, et de bancs de calcaires bioclastiques où abondent les débris de *Thamnopora* ainsi que des colonies d'*Hexagonaria* parfois encroûtées par des *Alveolites* ou des *Stromatoporella* lamellaires. Les *Hexagonaria* (*H. hexagona*) sont elles mêmes en partie silicifiées.

Le banc sommital de cette unité présente, à sa partie supérieure des traces très apparentes d'un micro-modélé karstique (Planche I, 5).

De façon générale, les données paléontologiques mises en évidence dans les termes qui viennent d'être énumérés (Stromatopores, Rugueux,

Tabulés) permettent de situer dans le Givétien les assises répertoriées de «a» à «r» (en particulier, la présence de caunopores dans les Stromatopores est significative à ce propos); il s'agit d'un Givétien relativement élevé et sa partie supérieure peut être corrélée *pro parte* à l'Assise de Fromelenne. Quant au terme «s», les mêmes données le situeraient dans la partie inférieure du Frasnien, du fait de la présence de *Disphyllum goldfussi* et *Hexagonaria hexagona*.

Cette attribution s'est trouvée confirmée par les Conodontes. En effet, si la recherche de ces derniers s'est révélée infructueuse dans les termes susdécrits, un autre affleurement de l'unité «s», situé sur le versant septentrional du Monte Tobazo, à quelque 900 mètres au NNW de notre coupe A, nous a fourni une très abondante microfaune caractérisée par la présence de *Polygnathus asymmetricus asymmetricus*, *P. asymmetricus ovalis*, *P. decorosus* s.l., *P. dubius*, *P. dengleri*, *P. alatus*, *Palmatolepis transitans*, *Icriodus symmetricus*, *I. brevis*, *I. alternatus*; association significative de la Zone à *Polygnathus asymmetricus*, du Frasnien inférieur.

t) Grès calcaire assez limoniteux: éléments de quartz inégalement émoussés, fragments de jaspes noirs, bioclastes, y sont englobés dans une matrice carbonatée qui devient plus abondante vers le haut; dans cette matrice, micritique, partiellement recristallisée, s'observent des débris d'organismes variés (Ostracodes, Echinodermes, Trilobites; 20 cm).

u) Calcaires wackestones, à joints limoniteux, à matrice micritique parfois teintée, devenant plus abondante et où se détachent sections de *Goniatites* et *Globochaetes*, accompagnant Crinoïdes (plus rares), Ostracodes, etc. (3 m).

v) Calcaires à patine claire, en bancs d'épaisseur décimétrique puis métrique, portant assez souvent l'empreinte d'un litage mineur et d'une schistosité; roches de type wackestone à mudstone: matrice micritique localement recristallisée en microspar; joints limoniteux, stylolitiques; ces assises s'appauvrissent vers le haut en débris d'organismes parmi lesquels on relève toujours les mêmes formes (environ 12 m).

w) Calcaires en dalles assez régulières, d'épaisseur le plus souvent réduite (5 à 30 cm), de teinte gris sombre à noir; joints stylolitiques limoniteux; matrice micritique abondante (mudstone/wackestone), partiellement ou totalement recristallisée, parfois riche en grains

limoniteux ou pyriteux; débris d'organismes moins fréquents (Ostracodes, Globochaetes, Mollusques à test mince) (environ 7 m).

La partie supérieure de ce terme ne peut être bien observée que 150 m à l'Est du tracé général de la coupe.

x) Calcaires en dalles de 10 à 30 cm d'épaisseur, de teinte gris foncé à noir. Ces roches, essentiellement constituées par une matrice micritique pauvre en organismes (mudstone), sont souvent parcourues de veinules de calcite claire, jusqu'à prendre un aspect brêchique; l'existence d'une fine lamination conduit, vers le haut, à l'apparition d'un débit en plaquettes (10 m environ).

La suite de la succession est masquée par des pelouses, dans la partie sud-orientale du sommet du Monte Tobazo, et correspond logiquement à la présence de couches finement détritiques de la base du «Culm» carbonifère.

En effet, la recherche de Conodontes s'est révélée fructueuse dans les termes «t, u, v, w» (mais non dans «x»). Le remplissage des anfractuosités du «paléokarst» (terme «t») renferme des associations du Tournaisien moyen et supérieur (Tn_{2c}-Tn_{3b}) avec *Siphonodella cooperi*, *S. isosticha*, *Pseudopolygnathus pinnatus*, *Ps. oxypageus*, *Ps. primus*, *Polygnathus communis carina*, *P. inornatus*, *Gnathodus punctatus*, *Gn. delicatus*, *Gn. pseudosemiglaber*. A cette microfaune s'ajoutent des Conodontes de différentes zones du Dévonien supérieur (Frasnien et Famennien), avec *Icriodus alternatus*, *I. symmetricus*, *Polygnathus semicostatus*, *Bispathodus costatus* et *B. ziegléri*.

Scaliognathus anchoralis, qui apparaît avec *Doliognathus latus*, *Hindeodella segaformis*, indique le Tournaisien supérieur Tn_{3c}; il est accompagné des *Pseudopolygnathus* cités ci-dessus, ainsi que de *Gnathodus pseudosemiglaber* et *Gn. texanus* (terme «u» et base de «v»).

Ces dernières formes de *Gnathodus*, ainsi que *Polygnathus bishoffi*, persistent encore au début du Viséen (terme «v»); puis leur succèdent des espèces typiquement viséennes comme *Gn. homopunctatus*, *Gn. bilineatus bilineatus*, *Paragnathodus commutatus*, *P. nodosus*: les trois dernières citées peuvent monter jusque dans le Namurien inférieur (sommet du terme «v» et base de «w»).

Idiognathoides noduliferus, qui apparaît (haut de «w») avec *Gn. bilineatus bilineatus*, *Gn. bilineatus bollandensis* et *P. commutatus*

commutatus, indique le Namurien inférieur H₁; ces trois dernières formes existent encore à l'extrême sommet de w, puis les roches deviennent stériles (recherches infructueuses sur divers échantillons prélevés dans «x»).

Ainsi donc, cette coupe subméridienne des couches calcaires du versant méridional du Monte Tobazo, permet de caractériser une succession de termes relevant pour une part de formations construites, à caractère récifal, dont l'âge se situe au Givétien et au Frasnien inférieur. La partie supérieure de la succession étudiée, qui repose en disconformité sur les calcaires dévoniens, correspond à des calcaires à cachet pélagique (calcaires micritiques clairs; calcaires sombres à laminites), dont le dépôt (transgressif) s'est amorcé au Tournaisien moyen, pour se poursuivre jusque dans le Namurien.

Coupe du versant nord-occidental du Monte Tobazo

Cette coupe a été levée à une altitude de l'ordre de 1650 m, parallèlement et au-dessus de la piste qui, partie de la station de Candanchu, s'élève d'Ouest en Est vers les remontées mécaniques du Tobazo, après avoir décrit un ample lacet dans le vallon de Zaragoza (fig. 2 B).

La coupe ici décrite débute à l'Est du remonte-pente «Slalom» (cf. Carte topographique I.G.N. à 1/25.000). Parcourue d'Est en Ouest, elle concerne une série carbonatée dont les couches, en disposition sensiblement monoclinale, plongent de quelque 70° vers l'Est et se présentent en série renversée (on y observe localement une schistosité subméridienne de flanc inverse). Décrite de bas en haut, la succession que l'on peut reconnaître ici comprend les termes énoncés ci-après.

a) Calcaires massifs, clairs, laissant deviner leur stratification lorsqu'on les observe à distance; ils forment une puissante barre immédiatement à l'Ouest d'un couloir où ont pu se fixer quelques pins à crochet. La roche est une biomicrite (wackestone) dans laquelle on distingue quelques Stromatopores (peu apparents sur les affleurements patinés par l'altération météorique et modelés par l'érosion glaciaire).

b) 2,5 mètres de calcaires argileux bien stratifiés et caractérisés par la présence de très nombreuses colonies de Stromatopores globulaires et bulbeux, avec *Pseudoactinodictyon* sp. et *Stromatopora* sp.

c) Barre de calcaires massifs, mal stratifiés; calcaires biomicritiques, localement recristallisés, avec Stromatopores moins abondants qu'en «b», mais à rôle constructeur certain (épaisseur: 7-8 mètres).

d) Alternance de lits de calcaire argileux à «boules» de Stromatopores pratiquement jointives, et de bancs de calcaires purs, microcristallins, où les Stromatopores paraissent en position de vie (framestone).

e) 5-6 mètres de calcaires massifs, biomicritiques, où abondent également les Stromatopores globulaires, avec en particulier de très nombreux *Pseudoactinodictyon*.

f-g) Sur 12 mètres, alternance de calcaires un peu argileux, bourrés de Stromatopores globulaires et de calcaires durs, microcristallins où des Stromatopores massifs (plusieurs espèces du genre *Pseudoactinodictyon*) voisinent avec des colonies de *Stachyodes* et d'*Amphipora*. On observe de très nombreuses perforations dans le coenosteum des Stromatopores; ces perforations sont remplies soit de péloïdes (agrégats de 400 à 600 μ de diamètre), soit de micrite. Cependant, en «g», les couches de calcaire argileux micritique sont moins schistosées et moins épaisses. Quant au calcaire dur, il s'agit d'une biomicrite à petits bioclastes anguleux, dolomitisée et traversée de fins joints argileux stylolitiques.

h) Huit mètres de calcaires formant un ensemble massif à stratification peu apparente, très karstifié superficiellement, et où l'on discerne quelques Stromatopores massifs. Il s'agit là d'une biomicrite dans laquelle les bioclastes sont petits, arrondis et entourés d'une sorte d'auréole micritique noire (wackestones).

i) Trois à quatre mètres de calcaires en bancs épais qui se caractérisent par l'apparition de Tabulés lamellaires et branchus silicifiés. La roche est une biomicrite de type packstone; les bioclastes sont d'assez grande taille, avec en particulier de gros débris de Crinoïdes. On y trouve aussi quelques Stromatopores massifs (*Actinostroma tabulatum crassum*), des formes relevant des genres *Trupetostroma*, *Atelodictyon*, *Stachyodes*, ainsi que des Tabulés massifs (*Alveolites*).

j) Alternance, sur 8 à 10 mètres, de calcaires biomicritiques de type packstone, à bioclastes variés (Ostracodes, entroques, débris de Tabulés) souvent encroûtés par des Tabulés lamellai-

res, et de calcaires construits où abondent les Rugueux phacelloïdes; les Tabulés sont ici en partie silicifiés. On peut recueillir des Stromatopores, tels *Stachyodes*, *Stromatoporella* cf. *socialis* à nombreux caunopores, des Rugueux avec *Disphyllum* sp.

k) Quatre à cinq mètres d'un ensemble débutant par un banc à Stromatopores massifs à caunopores, et se poursuivant par des couches où tantôt se cotoient des Tabulés lamellaires et branchus silicifiés, des Rugueux massifs (*Hexagonaria hexagona*) et tantôt se disposent des Rugueux phacelloïdes en buissons continus (*Disphyllum*); ces couches sont surmontées par un banc à Stromatopores lamellaires (*Stromatoporella*).

l) Deux à trois mètres de couches argilo-calcaires peu épaisses, suivies par un lit de quelque 20 cm, construit de Stromatopores lamellaires (*Stromatoporella* sp.), puis par un calcaire bioclastique à débris de Tabulés branchus et de Rugueux; un calcaire micritique sombre (mudstone), à joints limoniteux et marques de ravinement se situe à la partie supérieure de cette unité.

m) Quatre mètres d'un calcaire bioclastique grossier, essentiellement caractérisé par l'accumulation de débris de tiges d'encrines.

Les Stromatopores —en particulier les Stromatopores à caunopores—, les Rugueux phacelloïdes et massifs, fournissent ici encore quelques éléments de repérage chronologique. Les termes allant de «a» à «j», ainsi que la première couche à Stromatopores de «k» paraissent ainsi pouvoir être attribués au Givétien. Le reste de la succession ci-dessus décrite peut se situer dans le Frasnien. Ceci est confirmé par la présence de quelques débris mal conservés d'*Ancyrodella* dans le terme «m».

n) Vient ensuite une assise de calcaire packstone riche en bioclastes variés (débris de Crinoïdes, Ostracodes, Bryozoaires, Trilobites) englobés dans une matrice micritique (0,5 m).

o) Calcaires wackestones à patine claire, à cassure gris bleu sombre ou gris rosé. Ces calcaires, en bancs d'épaisseur décimétrique à métrique, renferment des débris divers où prédominent Goniatites et Globochaetes, ainsi que Crinoïdes et, parfois, pellets, dans une matrice micritique pouvant se charger de grains pyriteux hématitisés (10 m).

p) Alternance de calcaire wackestones-packstones et de mudstones: calcaires en bancs par-

fois assez épais, à litage interne apparent; la patine est claire, grise ou beige, la cassure un peu teintée de rose; les débris, avec encore Goniatites et Globochaetes, accompagnés de Crinoïdes, Ostracodes, coquilles bivalves, se font moins abondants (12 mètres environ).

q) Bancs calcaires de plus en plus riches en micrite et de plus en plus pauvres en organismes; roches du type mudstone-wackestone, à mouchetures de pyrite et limonite, avec quelques débris de Goniatites, Globochaetes, Crinoïdes (5 m).

La suite de la succession se perd sous les pelouses, où pointent ici et là quelques médiores affleurements de calcaires noirs à laminites, veinés de calcite; on atteint ainsi le débouché du large vallon de Pista Grande, où les assises détritiques du «Culm» ont été repérées par divers auteurs (Van der Lingen, 1960; Waterlot, 1969).

Dans les premiers décimètres de l'assise «n» on peut remarquer la présence d'une microfauve de Conodontes du Tournaisien moyen et supérieur, Tn_{2c}-Tn_{3b}, avec *Siphonodella quadruplicata*, *Polygnathus communis communis*, *P. communis carina*, *Pseudopolygnathus oxypageus*, *Ps. pinnatus*, *Gnathodus cuneiformis*, *Gn. delicatus*, *Gn. punctatus* et *Gn. pseudosemiglaber*,

associés à des formes (remaniées) du Dévonien supérieur: *Polygnathus semicostatus*, *P.* du groupe *nodocostatus*, *Icriodus cornutus*, etc.

Scaliognathus anchoralis, qui apparaît en même temps que *Doliognathus latus* et *Hindeodella segaformis*, se maintient généralement plus haut, accompagné de *Polygnathus communis communis*, *P. bischoffi*, *Pseudopolygnathus oxypageus*, *Ps. pinnatus*, *Gnathodus pseudosemiglaber* et *Gn. texanus*: il s'agit là du Tournaisien supérieur Tn_{3c} (base de l'unité «o»).

Viennent ensuite des formes de passage du Tournaisien supérieur au Viséen, telles que *Gnathodus semiglaber* et *Gn. texanus* (suite de «o»), puis des formes typiquement viséennes: *Gnathodus homopunctatus*, *Paragnathodus commutatus*, *Gn. bilineatus bilineatus* (sommet de «o», partie inférieure de «p») auxquelles succèdent les Conodontes du passage Viséen-Namurien (*Gn. girtyi*, *P. nodosus*, *Gn. bilineatus bilineatus*, *Gn. bil. bollandensis*, etc. (sommet de «p» et unité «q»).

Comparaison entre les deux coupes

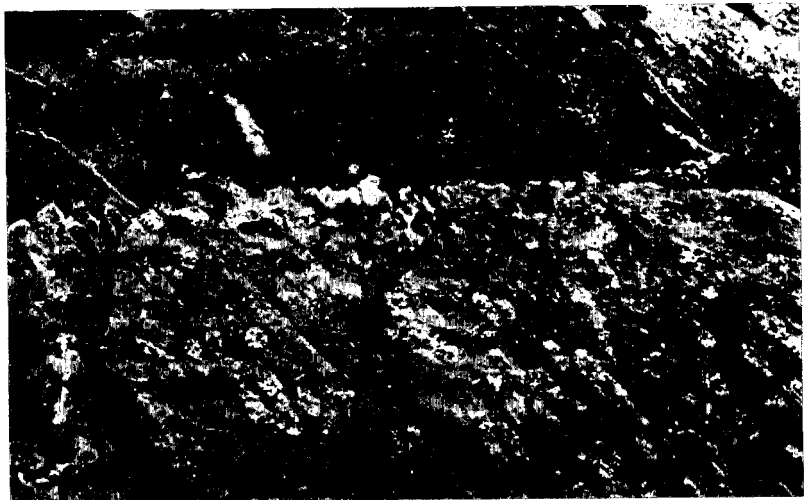
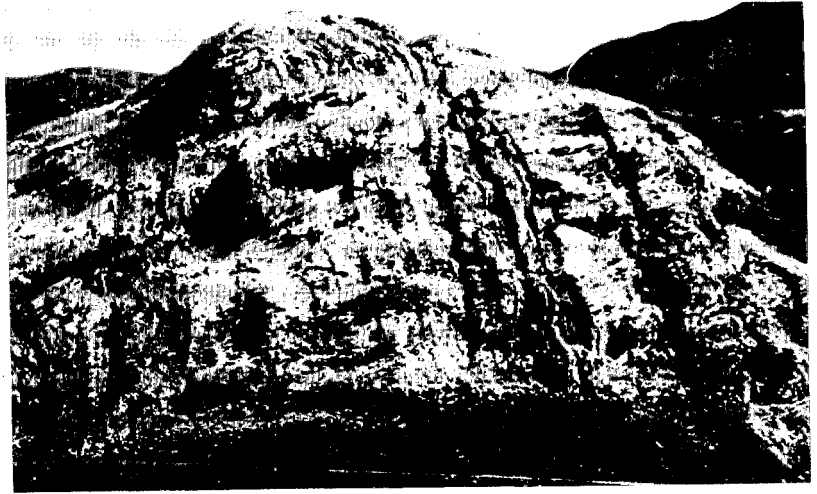
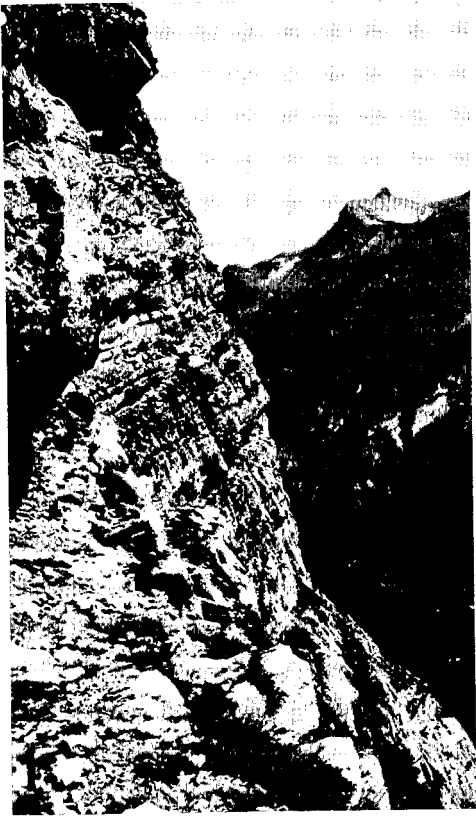
Comme on vient de le voir, les deux coupes ici décrites présentent des caractéristiques générales analogues. Elles correspondent à la suc-

PLANCHE I

1. — Calcaires dévoniens stratifiés, à faible pendage nord, dans les falaises dominant le Rio Seta et le Rio Aragon.
2. — Calcaires dévoniens subverticaux et calcaires du Carbonifère inférieur (à droite) dans le versant nord-occidental du Monte Tobazo (emplacement de la coupe B décrite dans le texte).
3. — Replis des calcaires du Carbonifère inférieur dans les épaulements de la partie orientale du Monte Tobazo, au-dessus de la vallée du Rio Aragon; les calcaires dévoniens se limitent à la bordure du plateau, à l'extrême droite du document.
4. — Calcaires dévoniens dans la coupe du Sud du Monte Tobazo; à la base, buisson de Disphyllidés; au-dessus colonies d'Alvéolites (A) englobées dans les Stromatopores (S).
5. — Sommet de la série dévoniennes dans la coupe du Sud du Monte Tobazo: assise «s» de la coupe, à Dysphyllidés phacelloïdes surmontée par les grès calcaireux et limoniteux (assise «t») à Conodontes du Tournaisien moyen et supérieur. Remarquer la configuration de la surface de contact.

LAMINA I

1. — Calizas devónicas estratificadas, con débil buzamiento al Norte, en los escarpes que dominan el río Seta y el río Aragón.
2. — Calizas devónicas subverticales y calizas del Carbonifero inferior (a la derecha) en la vertiente Noroeste del monte Tobazo (situación del corte B descrito en el texto).
3. — Repliegues en las calizas del Carbonifero inferior en la ladera oriental del Monte Tobazo, por encima del río Aragón, las calizas devónicas se observan en el extremo derecho de la foto.
4. — Calizas devónicas en el corte de la vertiente del Monte Tobazo: en la base de Disfilidos (D); por encima colonias (A) englobadas en los estromatopóridos (S).
5. — Parte superior de la serie devónica en el corte de la vertiente sur del monte Tobazo: areniscas calcáreas y limoníticas (capa «t») con Conodontos del Tournasiense medio y superior sobre la capa «S» del corte, con Disfilidos faceloides (D). Obsérvese la configuración del contacto.



cession de termes presque exclusivement carbonatés; les termes inférieurs, à cachet récifal, relèvent du Givétien et du Frasnien inférieur; les termes supérieurs ont été datés par Conodontes comme débutant au Tournaisien (moyen et supérieur) et comme se poursuivant jusqu'au Namurien. L'absence du Dévonien terminal et de l'extrême base du Carbonifère est tout à fait claire dans les deux coupes, où la superposition des deux séries (dévonienne et carbonifère) peut être analysée dans des conditions d'affleurement assez exceptionnelles.

Une comparaison plus attentive entre nos coupes A et B fait ressortir les points suivants:

— les unités inférieures sont tout à fait analogues par leur lithologie et les faunes qu'elles renferment; il s'agit des termes «a» à «i» de la coupe du versant sud du Tobazo, et des termes «a» à «i» de la coupe du versant nord-occidental; cette analogie va jusqu'à l'apparition conjointe d'une silicification qui affecte («h» de la coupe A, «i» de la coupe B) Tabulés, Rugueux ou Stromatopores.

— à partir de là, des différences se manifestent puisque les couches à rognons siliceux et lits de chert, très apparentes dans la coupe sud, ne s'observent pas dans la coupe nord-ouest.

— les termes supérieurs de la coupe sud, dans le Dévonien (partie de «q», «r» et «s») et les termes supérieurs du Dévonien de la coupe nord-ouest («j» à «l») peuvent être considérés comme très semblables, avec une fréquence significative des calcaires construits à Rugueux phacelloïdes et des calcaires à encroûtements de Tabulés et Stromatopores lamellaires.

— le développement vertical du Dévonien, assez différent dans les deux coupes décrites peut sans doute être mis au compte d'un repérage différent de leurs bases respectives, non parfaitement définies au point de vue de la stratigraphie. Mais il tient assis à la présence — ou à l'absence — des couches à lits siliceux; phénomène qui semble bien relever d'une évolution latérale progressive d'un secteur à un autre, puisque le versant oriental du Monte Tobazo, qui surplombe directement la vallée du Rio Aragon, présente une caractéristique intermédiaire, avec des assises à rubans de chert en nombre réduit, sur une épaisseur très limitée.

— de l'une à l'autre des deux coupes, en passant par le versant oriental d'El Tobazo, une autre évolution se fait jour au sommet de la série dévonienne. Dans la coupe sud, ce sommet

est marqué par une surface à caractère de paléokarst qui a rongé les bancs récifaux, et dont les anfractuosités sont remplies par le Tournaisien calcaréo-gréseux transgressif. Dans la coupe nord-ouest, vient là un banc épais de calcaire crinoïdiques (terme «m»), que l'on retrouve vers l'Est du Tobazo, où il se charge de débris volumineux de colonies (*Phillipsastrea* du Frasnien, par exemple) pour passer à de véritables conglomérats calcaires (rudstones) dont les éléments sont des fragments, pouvant atteindre plusieurs décimètres, de colonies de *Phillipsastrea*, de Tabulés et de Stromatopores divers; ces conglomérats paraissent localement rubéfiés sous le Tournaisien transgressif, ici encore bien visible et daté par Conodontes.

Pour ce qui est de la série carbonifère, les similitudes entre les deux coupes sont incontestables. Le Tournaisien déjà élevé (Tournaisien moyen ? et supérieur) y remanie des éléments d'âge dévonien supérieur et tournaisien basal. Le Carbonifère est ici représenté, au Sud comme au NW, d'abord par des calcaires micritiques à patine claire, puis par des calcaires plus sombres, intercalés de minces lits argileux, et présentant parfois une fine lamination sédimentaire. En fait c'est en dehors de nos deux coupes, et en particulier sur les épaulements qui s'étendent dans la partie orientale du Monte Tobazo, que le Carbonifère apparaît dans ses meilleurs affleurements; mais la succession qu'il offre ne présente pas d'originalité très significative, par rapport à ce qui a été décrit dans la région, et d'autres secteurs de la Zone axiale des Pyrénées occidentales (Perret, 1974, 1976; Mirouse et al., 1983).

On remarquera que ceci conduit naturellement à attribuer au système carbonifère une très large partie des formations carbonatées du Monte Tobazo (fig. 1), contrairement à ce qui avait été admis antérieurement par la plupart des auteurs.

PAYSAGES GÉNÉRATEURS

Dans l'analyse qui s'impose des conditions d'accumulation sédimentaire des séries calcaires qui viennent d'être décrites, nous développerons ici essentiellement ce qui concerne les terrains dévoniens.

Le Givétien et le Frasnien du Monte Tobazo illustrent de façon spectaculaire, dans cette

partie de la Chaîne des Pyrénées ce que, en d'autres lieux, on a depuis longtemps désigné comme le «phénomène calcaire dévonien». Ce phénomène s'est manifesté dans l'orogène hercynien, en diverses contrées européennes (Belgique, Allemagne, Pologne, Alpes orientales) et de nombreux exemples (sans doute moins remarquables à l'affleurement) en ont déjà été signalés dans la Zone axiale des Pyrénées occidentales (Mirouse, 1966; Joseph et Tsien, 1975; J. Joseph et al., 1980).

Dans les Pyrénées béarnaises et aragonaises ont été décrites en plusieurs secteurs les couches de passage du Dévonien inférieur au Dévonien moyen. Il s'agit le plus souvent de dépôts détritiques à grain assez fin, pélitico-gréseux, intercalés d'assises carbonatées-sableuses. Le contenu paléontologique de ces terrains (Spirifères, Strophéodontes, Atrypidés, Phacopidés, Fénestelles, Zaphrentidés, Crinoïdes) est assez significatif d'un environnement de «shelf» sablovaseux, en eaux relativement peu profondes et sous la dépendance d'aires émergées encore soumises à l'action de l'érosion (modérée) (Schmidt, 1931; Van der Lingen, 1960; Wensink, 1962; Mirouse, 1966). Ces termes-là n'apparaissent pas en affleurement dans le secteur du Monte Tobazo, du fait de l'architecture de cet édifice.

Il leur succède normalement (Pène de Peyreget et Estremère en Haut Ossau, par exemple) des assises carbonatées qui acquièrent, au cours du Couvinien (Eifélien) les caractéristiques lithologiques et faunistiques de formations récifales (Joseph et Tsien, 1975). Cet enchaînement concerne, il faut le rappeler, des secteurs limités du bâti varisque pyrénéen, dont on peut trouver exemples dans la partie amont des vallées d'Aspe et d'Ossau, non loin du Massif du Tobazo (Mirouse, 1966).

Pour ce qui est des calcaires givétens et frasniens de ce Tobazo, il convient de remarquer leur disposition d'ensemble: il s'agit de formations généralement stratifiées de façon assez régulière, comme on peut s'en rendre compte tant dans les falaises du Rio Seta que sur le versant nord du massif.

LES FAUNES: Un caractère significatif de ces corps stratiformes est, bien entendu, l'abondance de faunes presque exclusivement constituées d'organismes constructeurs tels que:

— Tabulés massifs, lamellaires ou branchus, avec *Alveolites*, *Thamnopora*, entre autres;

— Rugueux massifs ou phacelloïdes, avec *Disphyllum*, *Phillipsastrea*, *Hexagonaria*, etc.;

— Stromatopores (qui sont de loin les plus abondants): dendroïdes, lamellaires, globulaires, bulbeux, ils sont représentés par des formes telles que *Amphipora*, *Stachyodes*, *Stromatopora*, *Pseudoactinodictyon*, *Actinostroma*, *Aulostegites*, *Clathrocoilina*, *Stromatoporella*, *Aelodictyon*, *Trupetostroma*, *Parallelopore*, etc.

Ces faunes caractérisent, bien évidemment, des dépôts qui, au Givétien et au début du Frasnien, s'édifièrent dans un environnement à cachet récifal. On peut relever ici la disposition généralement stratifiée des unités calcaires à Coraux et Stromatopores: il s'agit-là de corps sédimentaires de type biostromal, dont rien ne permet de penser qu'ils ont été affectés d'un pendage initial notable; on peut y voir des édifices élaborés dans les eaux assez peu profondes d'un paysage de plateforme, et non de barrière ou de front de récif. Le fait que divers types lithologiques et diverses communautés paléontologiques se succèdent en assez courtes séquences traduit des variations relativement fréquentes du niveau de l'eau et des conditions au fond.

Depuis les travaux de Lecompte (1975), bien des auteurs se sont efforcés de reconstituer ces conditions d'après les associations paléontologiques observées et d'après les microfaciès: entre autres Tsien, 1971; Embry et Klován, 1972; Krebs, 1974; Cornet, 1974, 1975; Wilson, 1975; Mistiaen, 1980; James, 1983. Les schémas proposés par les auteurs sont assez variés, mais celui qui paraît se dégager le plus souvent est approximativement le suivant:

— Les Tabulés, sous des formes et tailles très diverses, sont souvent compatibles avec des eaux relativement profondes et turbides, sans que cela puisse être considéré comme une règle stricte. Les *Alveolites*, pour ne citer qu'eux, sont plutôt petits, lamellaires, encroûtants sur des fonds assez bas; plus haut, ils deviennent massifs et sphériques.

— Les Rugueux coloniaux ont, eux aussi, une morphologie très variée, passant du lamellaire au globuleux vers le haut des édifices. Les colonies les plus spectaculaires et les plus vastes sont constituées par des formes dendroïdes et fasciculées (*Disphyllum*, etc.). Comme les Tabulés, les Rugueux étaient probablement plus ap-

tes que les Stromatopores à supporter un environnement turbide. Les formes fasciculées, petites et délicates, devaient être localisées assez bas sur les fonds argileux, devenant buissonnantes et en coussins plus haut, dans des eaux plus agitées. Les formes massives sont petites, à tendance discoïde, en eaux profondes; elles deviennent plus grandes, et de forme irrégulière vers la base des vagues; elles tendent vers des formes globuleuses là où les épisodes d'agitation de l'eau alternent avec des calmes.

— Les Stromatopores étaient, au Dévonien supérieur, plus répandus que les Coraux au sein des édifices calcaires construits sur plateforme. Peut être étaient-ils plus tolérants, dans les eaux chaudes, vis à vis des conditions de salinité et de nutrition? Mais cela ne leur interdisait pas d'accompagner les Coraux en eaux claires. Les formes massives remplaçaient souvent Tabulés et Rugueux dans la partie sommitale des édifices récifaux en eaux turbulentes et de haute énergie. Les formes globuleuses («cabbage-head»), accompagnées dans les biostromes par une matrice micritique, sont considérées comme bien adaptées à des environnements de plateforme, et représentées dans ce cadre en bien des régions du Globe (Dévonien du Canada, des U.S.A., d'Australie, de l'Eifel, etc.); leur configuration subsphérique aurait représenté une défense contre l'envasement des colonies. Les formes délicates, irrégulières, telles que les *Amphipora*, sont tenues pour significatives de milieux relativement restreints de type «back-reef».

TYPES SÉDIMENTAIRES DOMINANTS. A l'observation, on peut constater qu'il existe dans le Dévonien du Monte Tobazo, quelques types dominants, définis par des associations paléontologiques et lithologiques caractéristiques, et dont on peut esquisser ici les particularités et la signification. On retiendra, parmi eux:

— des corps biostromaux à Rugueux phacelloïdes. Sur des épaisseurs pouvant se situer entre quelques décimètres et plusieurs mètres, les Rugueux y sont disposés en abondantes colonies, au sein desquelles domine un genre comme *Disphyllum*. Ces édifices peuvent être suivis latéralement en toute continuité sur des distances atteignant parfois plusieurs centaines de mètres; ainsi en est-il dans les falaises qui dominent le Rio Seta, à l'Est de notre Coupe A; ainsi en est-il du versant nord-occidental du Monte Tobazo, au Sud de notre Coupe B; ainsi en est-il encore des épaulements orientaux du même relief où les lacets de la piste qui dessert les stations supérieures des télésièges, permettent d'en observer de très beaux exemples.

Comme nous l'avons vu, ces faciès sont plutôt significatifs de la partie supérieure de la série dévonienne. Les Rugueux y sont enveloppés d'une matrice essentiellement micritique.

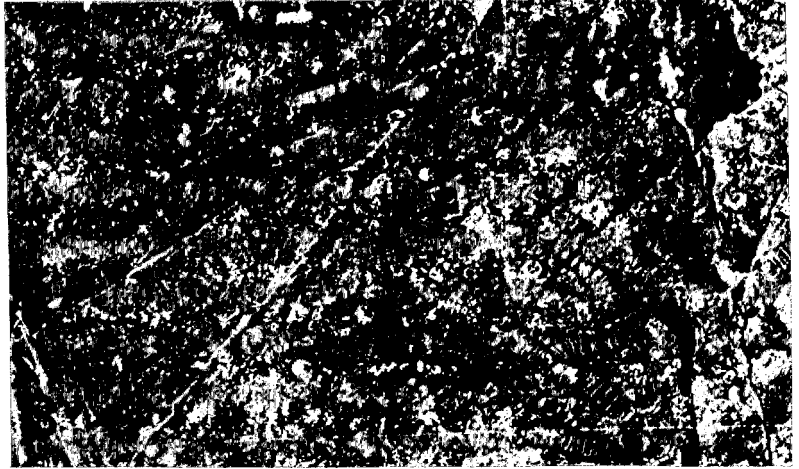
Ces calcaires ont été édifiés à partir de la prolifération de colonies buissonnantes de phacelloïdes, entre les rameaux desquelles se trouvait piégée une fine matrice carbonatée (bafflestone); on peut situer ces phénomènes dans les eaux relativement calmes d'un milieu «quiescent», d'assez faible énergie, au-dessous du ni-

PLANCHE II

1. — Colonies d'Alvéolites (A), Hexagonaria (H) et Disphyllidés (D) dans un banc à matrice bioclastique, dans la partie supérieure du Dévonien de la coupe du versant sud du Monte Tobazo.
2. — Colonies d'Alvéolites partiellement silifiées (Dévonien de la partie orientale de Massif du Monte Tobazo).
3. — Calcaires bioclastiques à encrines, du Dévonien supérieur (Frasnien) de la partie nord-occidentale du Massif de Tobazo.
4. — Couche à Stromatopores globulaires. Coupe du versant sud du Monte Tobazo.
5. — Buisson de Disphyllidés, dans la partie supérieure de la série dévonienne; falaises dominant le Rio Seta, versant sud du Monte Tobazo.

LAMINA II

1. — Colonias de Alveolitas (A), Hexagonaria (H) y Disfilidos (D), en un banco calcáreo con matriz bioclástica, en la parte superior del Devónico del corte de la vertiente Sur del Monte Tobazo.
2. — Colonias de Alveolitas parcialmente silificadas (Devónico de la parte oriental del Macizo del Monte Tobazo).
3. — Calizas bioclásticas encriníticas, del Devónico superior (Frasniense) de la parte noroccidental del macizo del Tobazo.
4. — Capa con estromatopóridos globulares. Corte de la vertiente Sur del Monte Tobazo.
5. — Colonia de Disfilidos, en la parte superior de la serie devónica; escarpes que dominan el río Seta, vertiente Sur del Monte Tobazo.



veau de profondeur atteint par le mouvement des tempêtes.

— des *couches à Stromatopores bulbeux et globulaires*. Les Stromatopores, en colonies vaguement sphériques de quelques centimètres (bulbeux) à quelques décimètres (globulaires) de diamètre, y sont englobés dans une matrice micritique de teinte généralement assez sombre, argileuse, du type wackestone-mudstone. Ces organismes peuvent constituer une part importante de la roche. Des genres très divers s'y trouvent impliqués (*Stromatopora*, *Pseudoactinodictyon*, *Actinostroma*, etc.). La dominance de ces formes sub-sphériques, qui est un trait que l'on peut observer dans certains termes de la plupart des formations dévoniennes récifales du Monde entier est, comme déjà dit, considéré comme le résultat d'une défense vis à vis de l'envasement, pour des organismes vivant dans des eaux assez peu agitées. L'observation de représentants du genre *Amphipora* en conjonction avec les Stromatopores globuleux, pourrait être significative de la proximité d'eaux marines de milieu assez restreint, dans des zones d'arrière-récif.

On a pu remarquer la récurrence très fréquente de ces couches à Stromatopores bulbeux ou globulaires dans la partie inférieure des successions dévoniennes ici décrites, ce qui conduirait à penser que les environnements de «back-reef» furent représentés de façon répétée, à l'époque, dans ce secteur du Monte Tobazo.

— des *calcaires (bindstones) à Tabulés et Stromatopores encroûtants*: on peut y voir une matrice biomicritique, de type wackestone-packstone, encombrée de débris hétérométriques de colonies diverses (*Hexagonaria*, *Thamnopora*, *Aulostegites*); le tout se trouve lié, encroûté, par le développement de colonies de configuration lamellaire, ou parfois massive, parmi lesquelles les *Alveolites* et les Stromatopores sont majorité. Ce type d'association paraît correspondre à des eaux un peu moins profondes et calmes que dans les cas évoqués ci-dessus; la profondeur correspondante devait se situer aux alentours du niveau inférieur d'action des vagues. On a pu noter que ce faciès est plus abondamment représenté dans la partie supérieure du Dévonien du Monte Tobazo.

— des *calcaires à organismes silicifiés, à rognons siliceux, à lits de chert*; ce phénomène de silicification, qui a pris place au cours de la

diagenèse, n'est pas rare dans les séries carbonatées du Dévonien moyen et supérieur (par exemple, séries de l'Alberta (Mountjoy, 1967); il a été mentionné comme caractéristique de certains dépôts de type «back-reef» en Europe occidentale (Eifel) (Krebs, 1974).

— des *calcaires bioclastiques* de granulométries diverses. Certains se présentent comme des calcarénites où dominant les débris de Crinoïdes (roches de type packstone à grainstone); ils peuvent passer latéralement à des floatstones à débris de Rugueux massifs et à des mudstones où prédominent les mêmes organismes. Il s'agit là de bio-accumulations plus ou moins bien triées, dans des eaux d'énergie moyenne à très forte. On peut y voir des dépôts de front de récif ou d'avant-récif; mais des accumulations de ce type ont été également décrites, non loin de couches à Stromatopores bulbeux, dans des zones de «back-reef» du Dévonien ouest-européen (Krebs, 1974); il s'agirait dans ce cas d'accumulations accidentelles (tempêtes) de matériaux empruntés aux barrières récifales et à la zone d'avant-récif.

En somme, les divers paysages qui viennent d'être évoqués, à propos des corps sédimentaires les plus caractéristiques, à nos yeux, du Dévonien du Monte Tobazo s'inscrivent assez bien dans le cadre d'une ambiance générale récifale, en domaine de plateforme plus ou moins restreinte, en eaux le plus souvent peu ou assez peu agitées, abritées, à l'abri d'une barrière qui n'a pu être ici identifiée.

CADRE RÉGIONAL

Ce qui vient d'être esquissé doit être replacé dans le cadre plus général de ce qui a été reconstitué du Frasnien inférieur, par exemple, dans le segment hercynien des Pyrénées occidentales (Mirouse, 1966; Joseph et al., 1980).

On sait que cet étage présente en ces régions des faciès franchement différents d'un secteur à un autre. Parmi les dépôts les plus significatifs, et dont la variété vient illustrer le propos précédent, on peut relever (fig. 3):

— shales et grès en séries rythmées, où les arénites se présentent en bancs massifs: ces accumulations, à caractère localement turbiditique, occupent une partie de l'aire médiane de l'actuelle Zone primaire axiale; ils ont pu être

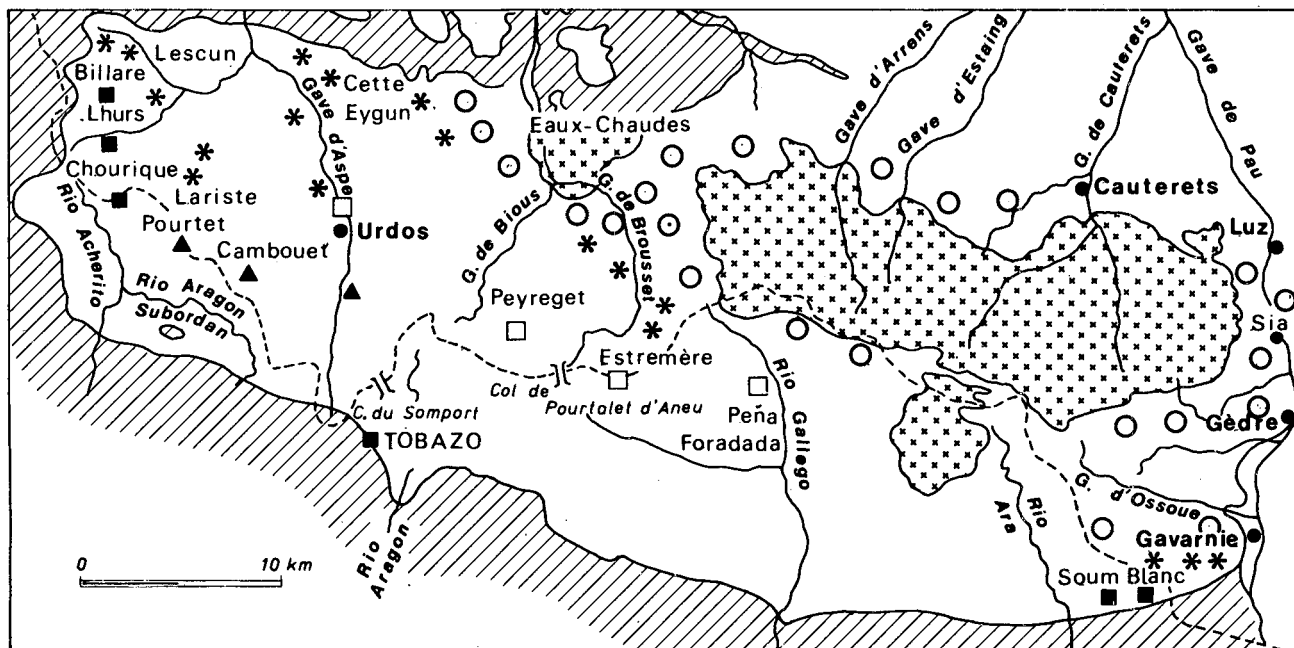


Figure 3. — Place de la succession stratigraphique du type «Tobazo» dans le cadre régional de la partie occidentale de la Zone primaire axiale des Pyrénées, au début du Frasnien.

Carrés noirs: édifices récifaux construits; Triangles noirs: édifices récifaux et boues à brachiopodes; Etoiles: séries détritiques, calcaires subordinnés, à brachiopodes et rares polypiers, du type «Lariste»; Cercles blancs: séries détritiques, localement turbiditiques, du type «Sia»; Carrés blancs: Frasnien absent (érode?). Dévonien terminal-Carbonifère directement transgressif sur Dévonien moyen.

Figura 3. — Situación de la sucesión estratigráfica del tipo «Tobazo» en el marco regional de la parte occidental de la Zona primaria axial del Pirineo, a principios del Frasniano.

Cuadros negros: edificios arrecifales construidos; Triángulos negros: edificios arrecifales y niveles con braquiópodos; Estrellas: series detriticas, calizas subordinadas, con braquiópodos y raros corales del tipo «Lariste»; Círculos blancos: series detriticas, localmente turbiditicas, del tipo «Sia»; Cuadros blancos: Frasniano ausente (erosionado?). Devónico terminal-Carbonífero directamente transgresivo sobre el Devónico medio.

datées par référence aux assises calcaires à Conodontes qui les encadrent ou s'y intercalent (Krylatov et Stoppel, 1971; Perret et al., 1972; Crilat, 1981; Majesté-Menjoulas, 1981); il s'agit de séries du type «Série de Sia» qui, pour ce qui est de la région qui nous intéresse ici, sont connues en affleurement au voisinage des Massifs de granitoïdes des Eaux Chaudes et de Cauterets;

— shales, silts, à minces intercalations calcaireo-gréseuses et corps carbonatés de dimensions réduites; on y connaît des faunes de Brachiopodes, Conodontes, Foraminifères, des Coralliaires peu abondants; ces dépôts, dont on trouve illustration avec la «Série du Pic Lariste» (Mirouse, 1966) paraissent relayer les dépôts précités en direction du SSW, pour ce qui est de la région qui nous concerne: on les trou-

ve ainsi dans les secteurs de Lescun et Cette-Eygun, en vallée d'Aspe, dans la vallée de Brousset en Haut Ossau, ainsi que dans certaines unités chevauchantes de la Nappe paléozoïque de Gavarnie (Majesté-Menjoulas, 1981);

— ensembles complexes où dominent les calcaires à cachet récifal, à Coraux, Tabulés et Stromatopores, mais où persistent des intercalations argileuses parfois extrêmement riches en Brachiopodes Spiriféridés (*Atrypidae*, *Cyrtospiriferidae*, *Athyrididae*); la datation a pu en être précisée par Conodontes (Frasnien inférieur); des exemples en sont connus au voisinage des crêtes frontalières du Sud de Lescun, sur la bordure méridionale de l'aire d'affleurement de la «Série du Pic Lariste» (cf. *supra*), dans les crêtes de Lazerque, Pourtet et Cambouet (Joseph et al., 1980);

— puissants édifices carbonatés, à caractère récifal dominant; ces formations qui déterminent un certain nombre des reliefs calcaires caractéristiques de la Haute Chaîne primaire en Béarn et Aragon, sont disséminées, en affleurement, sur quelque 70 kilomètres entre le secteur du Pic d'Anie et celui de Gavarnie; on peut citer les exemples suivants:

— calcaires coralliens du Pic du Lac de la Chourique, du Pic de la Leurte, du Dec de Lhurs, du Billare, où la présence de Frasnien est établie par celle de coraux comme *Phillipsastrea goldfussi*, *P. pentagona*, *Disphyllum goldfussi*, etc. (Joseph et al., 1980);

— calcaires coralliens des Pics d'Estremère et Peyreget, en haute vallée de Brousset: seul le Dévonien moyen a pu y être daté, sous un Dévonien tout à fait supérieur directement transgressif (phénomène sur lequel nous reviendrons plus loin) (Joseph et Tsien, 1975);

— calcaires coralliens du Monte Tobazo;

— calcaires coralliens de la Peña Foradada, en Haut Gallego: identifiés par Dalloni (1910) comme «calcaires à Polypiers» mésodévoniens, ils ont été également mentionnés par Wensink (1962) qui en donne une description sommaire et relève la présence ici de divers genres de Tabules et Rugueux mésodévoniens;

— calcaires coralliens de la région du Crabère et du Soum Blanc, dans les crêtes frontalières séparant la vallée du Rio Ara de celle du Gave de Pau, au sein de la Nappe paléozoïque de Gavarnie; Tabulés, Rugueux, Stromatopores, y sont accompagnés localement de Brachiopodes (Dalloni, 1910) parmi lesquelles de nombreuses formes périrécifales (*Uncinulidae*, *Pugnaciidae*, *Reticulariidae*, *Ambocoecellidae*, *Biernatellidae*), permettant, avec les Conodontes, d'établir la présence de Frasnien dans ces édifices (Joseph et al., 1980; Majesté-Menjoulas, 1981).

Il va de soi que cette présentation n'est que schématique et que les limites entre les diverses aires isopiques se sont déplacées au cours du temps, du Dévonien moyen au Dévonien supérieur; elles paraissent en tout cas s'ordonner avec une certaine logique: du NNE vers le SSW se succèdent des dépôts apparemment de moins en moins «profonds». On peut voir là un argument pour considérer que, dans les limites de la région ici évoquée (fig. 3) les diverses unités paléogéographiques sont approximativement demeurées dans leurs positions relatives initiales, même si, bien évidemment, la succession

des déformations varisques et alpines a profondément affecté la nature, le tracé et l'espace de ces limites (Majesté-Menjoulas, 1981).

On peut en déduire aussi que, de façon générale, le contrôle des aires coralliennes méso et néodévoniennes est à mettre au compte dans ces régions, d'une évolution générale des fonds, dans le sens de mouvements positifs de certains secteurs de l'orogène (= plateformes récifales en eaux peu profondes) dont nous venons de suivre des jalons tout au long des crêtes frontalières d'entre Béarn et Aragon.

Dans certains de ces secteurs frontaliers, les séries dévoniennes sont incomplètes sous un Dévonien terminal et/ou un Carbonifère inférieur transgressifs. Ce fait, établi depuis de nombreuses années (Mirouse, 1966) est parfaitement illustré, comme on l'a vu, dans le Massif du Tobazo; il peut revêtir dans la région évoquée, des aspects variables.

Par exemple, au Pic de la Gradillère, en Haut Ossau, ou encore au Port de la Chourique (Puerto de Acherito) en Pays d'Aspe, le Carbonifère débute par des assises un peu détritiques à *Gnathodus delicatus* et *Pseudopolygnathus triangulus pinnatus* du Tournaisien T_{N3b}, et/ou à *Scaliognathus anchoralis* et *Doliognathus latus* du T_{N3c} (M.-F. Perret, 1976) reposant directement sur des couches pélitico-gréseuses à lits carbonatés, d'âge emsien ou eifélien inférieur (Brachiopodes; Conodontes).

Ailleurs, et c'est bien entendu le cas au Monte Tobazo, c'est le Frasnien récifal ou pararécifal, ou encore le Dévonien moyen à Coralliaires (Peyreget; Estremère; Portalet d'Urdo) qui se trouvent directement surmontés par des calcaires micritiques transgressifs, à faunes ou microfaunes pélagiques; il faut noter toutefois que ces dépôts transgressifs ont, localement, débuté dans le courant du Famennien (zones à *Scaphignathus valifer* ou z. à *Bispathodus costatus*) soit avec le Tournaisien T_{N3b}-T_{N3c} comme c'est le cas au Tobazo. Remarquons que c'est en ce dernier massif que le phénomène apparaît de la façon la plus évidente.

Les microfaunes remaniées à l'extrême base des couches transgressives (cf. *supra*, p. 156) semblent bien indiquer que, dans ces secteurs, il y a eu ablation de divers termes du Dévonien, à l'occasion d'une phase de soulèvement et d'émersion qui aurait précédé le retour transgressif des eaux marines. Ceci concerne un domaine où, précisément, par leur faciès, les séries du

Dévonien moyen et du Frasnien témoignaient déjà d'une évolution vers de très faibles profondeurs, sans doute en bordure septentrionale d'aires précocément émergées, à très faible relief et climat chaud.

Il s'en suit que le Carbonifère inférieur peut se trouver en position de disconformité sur divers termes de la série dévonienne; on ne peut véritablement parler de discordance angulaire, sinon à l'échelle de la carte, comme cela avait été esquissé par Mirouse (1966).

Pour ce qui est du Carbonifère, la transgression s'est donc manifestée par la reprise et l'accumulation d'une frange basale, très peu épaisse, de grains minéraux et fossiles remaniés du substrat. Cette mise en eau se produisit en marge de secteurs (plus septentrionaux) où la sédimentation marine, lors du passage du Dévonien au Carbonifère, avait été pratiquement continue (Boyer et al., 1974; Perret, 1972; Crilat, 1981) se traduisant par des enchaînements stratigraphiques du type: calcaires «griottes» et «supra-griottes», jaspes divers et calcaires subordonnés, calcaires pélagiques clairs.

On remarquera que les calcaires carbonifères, à la différence des calcaires dévoniens ici étudiés, se définissent le plus souvent comme d'anciens dépôts micritiques à microfaunes et faunes pélagiques (Goniatites, Ostracodes, Conodontes, Mollusques à test mince), sans qu'il soit possible de se prononcer sur la profondeur des eaux marines correspondantes. Ce n'est qu'avec le Namurien que leurs caractéristiques ont commencé à se modifier de façon sensible (Mirouse et al., 1983). Mais ce prénomène qui fait écho aux premières manifestations de l'orogénèse varisque, ne peut être véritablement analysé à propos des séries constitutives du Massif du Tobazo.

BIBLIOGRAPHIE

- BOYER, F., KRYLATOV S. et D. STOPPEL, 1974: «Sur le problème de l'existence d'une lacune sous les lydiennes à nodules phosphatés du Dinantien des Pyrénées et de la Montagne Noire (France, Espagne)». *Geol. Jb.*, 9, 60 p.
- BRESSON, A. 1907: «Carte géologique détaillée de la France à 1/80.000: feuille *Urdos*», 4ème édition.
- CORNET, P. 1974: «Morphogénèse et caractères écologiques des Stromatoporoides du Bassin de Dinant (Belgique)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, 279, pp. 393-396.
- CORNET, P. 1975: «Morphogénèse, caractères écologiques et distribution des Stromatoporoides dévoniens au bord sud du Bassin de Dinant (Belgique)». *Thèse Sciences, Louvain*.
- CRILAT, S. 1981: «Recherches sur les gisements de P et de Mn liés aux jaspes du Carbonifère inférieur des Pyrénées et de la Montagne Noire». *Thèse Sciences, Paris VII*, 475 p., 75 fig., 9 tabl.
- DALLONI, M. 1910: «Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon». *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. XIX; 444 p., 56 fig., 3 pl.
- EMBRY, A.F. et J.E. KLONAN. 1972: «Absolute water Depth Limits of Late Devonian Paleocological Zones». *Geol. Rundsch.*, 61/2, pp. 672-686, 10 fig.
- JAMES, N.P. 1983: «Reef environment, in Carbonate depositional environment». *A.A.P.G.*, Mem. n.° 33, p. 345-462, 202 fig.
- JOSEPH, J. et H.H. TSIEN. 1975: «Calcaires mésodévoniens et leurs faunes de Tétracoralliaires en Haute vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques)». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 111/1-2, p. 179-201, 6 pl.
- JOSEPH, J., BRICE, D. et N. MOURAVIEFF. 1980: «Données paléontologiques nouvelles sur le Frasnien des Pyrénées centrales et occidentales: implications paléogéographiques». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 116/1-2, p. 16-41, 2 fig., 3 pl.
- KREBS, W. 1974: «Devonian Carbonate Complexes of Central Europe, in Reef in Time and Space». *Soc. Ec. Pal. Min.*, Sp. Publ. n.° 13, p. 155-208, 25 fig.
- KRILATOV, S. et D. STOPPEL. 1971: «Attribution au Frasnien de la Série de Sia (Zone primaire axiale)». *Zeit. Deutsch. Geol. Gesel.*, vol. 122, p. 213-230.
- LECOMPTE, M. 1957: «Les récifs dévoniens de la Belgique». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (6) VII, p. 1045-1068.
- MAJESTE-MENJOUAS, Cl. 1981: «Superpositions d'unités varisques à séries hétéropiques du Dévonien supérieur dans la Nappe alpine de Gavarnie (Pyrénées centrales)». *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), XIII, p. 673-678.
- MARKS, P. et H. WENSINK. 1970: «Conodonts and the age of the "Griotte" limestone formation in the Upper Aragon valley, Huesca, Spain». *K. Nederl. Akad.*, 73/3, p. 238-275.
- MIROUSE, R. 1966: «Recherches géologiques dans la partie occidentale de la Zone primaire axiale des Pyrénées». *Thèse Sciences, Toulouse* (1962) et *Mém. Serv. Carte Géol. Fr.*, 451 p., 122 fig., 16 pl.
- MIROUSE, R., BARROUQUERE, G., BESSIERE, G., DELVOVE, J.-J. et M.F. PERRET. 1983: «Amorce de la Sédimentation Synorogénique dans les Pyrénées Varisques. Données Chronologiques; Implications paléogéographiques». *Geol. Rundsch.* 72/1, p. 253-281, 10 fig.
- MISTIAEN, B. 1980: «Stromatopores du Givétien de Ferques (Boulonnais, France)». *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 4ème série, II, C, n.° 3, p. 167-257.
- MOUNTJOY, E.W. 1967: «Factors governing the development of the Frasnian Miette and Ancient Wall Reef complexes (banks and biostromes), Alberta». *Intern. Symp. on the Dev. Syst.*, Calgary, II, p. 387-408.
- PERRET, M.F. 1972: «Ebauche et intérêt d'une zonation biostratigraphique par Conodontes dans le Carbonifère inférieur de la Haute vallée d'Ossau

- (Pyrénées-Atlantiques)». *Bull. Soc. Belge Geol. Pal.*, 82/2, p. 417-430, 2 pl.
- PERRET, M.F. 1974: «Biostratigraphie par Conodontes du Carbonifère inférieur des Pyrénées béarnaises». *C.R. Ac. Sc. Paris*, 279, p. 791-794.
- PERRET, M.F. 1976: «Une transgression dinantienne dans les Pyrénées: datation micropaléontologique et analogies». *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 257-259.
- PERRET, M.F., JOSEPH, J., MIROUSE, R. et A. MOURAVIEFF. 1972: «Un précieux jalon chronostratigraphique dans le Paléozoïque pyrénéen: la datation des "Calcaires rubanés" du Pic Larrue (H.-P.)». *C.R. Acad. Sc. Paris*, 274, p. 2439-2442.
- SCHMIDT, H. 1931: «Das Paläozoikum der Spanischen Pyrenäen». *Abh. Ges. Wiss. Gött.*, H. III, 5; 85 p., 21 fig., 2 pl.
- TSIEN, H.H. 1980: «Les régimes récifaux dévoniens en Ardenne». *Bull. Soc. belge de Géologie*, 89/2; p. 71-102.
- VAN DER LINGEN, G.J. 1960: «Geology of Spanish Pyrenees, North of Canfranc, Huesca Province». *Estudios Geológicos*, XVII, p. 205-242, 48 fig. 2 pl.
- WATERLOT, M. 1968: «Contribution à l'étude géologique du Carbonifère ante-stéphanien des Pyrénées centrales espagnoles». *Thèse Sciences, Lille*, et *Mem. Inst. Geol. Min. España*; 259 p.
- WENSINK, H. 1962: «Paleozoic of the Upper Gallego and Ara valleys, Huesca Province, Spanish Pyrenees». *Estudios Geológicos*, XVIII, p. 1-74.
- WILSON, J.L. 1975: «Carbonate facies in Geologic History». *Springer Verlag, Berlin*; 470 p., 183 fig. 30 pl.

Reçu, janvier 1984.